

Anexo N°1
ANÁLISIS Y ESTIMACIÓN DE POTENCIALES
EFFECTOS AMBIENTALES
CARGO N°1
RESOLUCIÓN EXENTA N°1/ROL F-074-2021
SUPERINTENDENCIA DEL MEDIO AMBIENTE

Elaborado por:



Preparado para:



Víctor Alfaro López
Ingeniero Agrónomo
Universidad de Chile

Julio 2021

CONTENIDO

1.	INTRODUCCIÓN	II
2.	OBJETIVOS	III
2.1	Objetivo general	iii
3.	OBJETO DE PROTECCIÓN DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA	IV
4.	POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES	V
5.	MARCO TEÓRICO	VI
6.	METODOLOGÍA.....	VII
6.1	Revisión de antecedentes aportados por el titular	vii
6.2	Revisión de antecedentes bibliográficos	vii
7.	RESULTADOS	VIII
7.1	Resultados de la revisión de antecedentes aportados por el titular	viii
7.1.1	Rescate y relocalización de cactáceas en categoría de conservación:	viii
7.1.2	Sitio de relocalización para flora en categoría de conservación	x
7.1.3	Pérdida de Sitio de relocalización para flora en categoría de conservación	xii
7.1.4	Reposición de individuos de <i>Eriosyce aurata</i>	xiv
7.1.5	Antecedentes de duodécimo monitoreo (Junio 2021).	xvi
7.2	Resultados de la revisión bibliográfica	xviii
7.2.1	Cactáceas en Chile.....	xviii
7.2.2	Descripción de especies.....	xx
7.2.3	Diversidad genética.....	xxi
7.2.4	Diversidad biológica.....	¡Error! Marcador no definido.
8.	DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES.....	XXII
9.	CONCLUSIONES	XXIII
10.	PROPUESTA DE MEDIDAS A IMPLEMENTAR PARA HACERSE CARGO DE LOS EFECTOS GENERADOS POR LOS HECHOS CONSTITUTIVOS DE INFRACCIÓN	XXIV
10.1	Propagación de Cactáceas.....	xxiv

10.1.1	Propagación Vegetativa de Cactáceas	xxiv
•	Reposición de <i>Trichocereus coquimbatus</i> (Molina) Britton & Rose.....	xxv
•	Reposición de <i>Eriosyce curvispina</i> (Bertero ex Colla) Katt y <i>Eriosyce aurata</i> (Pfeiff.) Backeb	xxvi
10.2	Numero de individuos a reproducir	xxvii
11.	BIBLIOGRAFÍA	XXIX

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 7-1: Número de individuos rescatados por especie.	ix
Tabla 7-2: Sitio de relocalización N° 5 destruido por aluvión.	xiii
Tabla 7-3: Sitio de relocalización N° 5 destruido por aluvión.....	xv
Tabla 7-4:: Coordenadas de puntos de relocalización	xvi
Tabla 7-5: Número de individuos muertos por especie monitoreo Junio 2021. LTE San Juan.	xvi
Tabla 7-6. Resumen de cumplimiento de éxito de sobrevivencia al décimo monitoreo. LTE San Juan.	xvii
Tabla 8-1. Resumen de cumplimiento de sobrevivencia LTE San Juan.	xxii
Tabla 10-1: Número total de ejemplares a reponer por especie para mitigación de diversidad genética.	xxvii
Tabla 10-2: Número total de ejemplares a reponer por especie.....	xxvii

1. INTRODUCCIÓN

Mediante la Resolución Exenta N°1/ROL F-074-2021, de fecha 07 de julio de 2021, la Superintendencia del Medio Ambiente formuló cargos a San Juan S.A. por eventuales incumplimientos a obligaciones establecidas en la Resolución Exenta N° 1.001, de 28 de octubre de 2014, de la Dirección Ejecutiva del Servicio de Evaluación Ambiental, que aprobó el proyecto, "Línea de Transmisión y Subestación Eléctrica San Juan", en adelante "RCA N°1.001/2014", en lo específico al Plan de Manejo Biológico actualizado posteriormente a dicha resolución, que tiene por objetivo el rescate y relocalización de ejemplares de flora de relevancia ambiental en el área de influencia del Proyecto.

Teniendo presente lo dispuesto en el Considerando 7° al 32° de la Res. Ex. N°1/ ROL F-074-2021, y en particular lo especificado en su Resuelvo I.1., esta minuta técnica evalúa los potenciales efectos ambientales derivados de la eventual falta de cumplimiento oportuno de lo dispuesto en las obligaciones contenidas en el considerando 7° de la RCA N°1.001/2021, que dice relación con el no haber efectuado el replante de los ejemplares muertos de las especies *Eriosyce aurata*, *Eriosyce curvispina* y *Trichocereus coquimbamus*, en circunstancias que los informes de monitoreos dieron cuenta que los porcentajes de éxito comprometidos en el Plan de Manejo Biológico no fueron alcanzados.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Efectuar un análisis de los potenciales efectos ambientales originados producto de los hechos constitutivos de infracción asociados al cargo N°1 de la Res. Ex. N°1/ ROL F-074-2021 de la Superintendencia del Medio Ambiente, que da inicio al procedimiento administrativo sancionatorio en curso, esto es:

- Analizar y determinar los potenciales efectos ambientales asociados al eventual incumplimiento de las obligaciones establecidas en el considerando 7° de la RCA N°1001/2014 y el punto 3.2, considerando 3.2.2, literal j) del ICE.
- Cuantificar los potenciales efectos ambientales asociados al eventual incumplimiento de las obligaciones establecidas en el considerando 7 de la RCA N°1001/2014 y el punto 3.2, considerando 3.2.2, literal j) del ICE.
- Proponer las medidas necesarias a implementar para hacerse cargo de los efectos ambientales provocados por el eventual incumplimiento de las obligaciones en el considerando 7 de la RCA N°1001/2014 y el punto 3.2, considerando 3.2.2, literal j) del ICE.

Considerando lo anterior, el documento que se presenta a continuación pretende entregar un análisis de los potenciales efectos ambientales derivados del mencionado incumplimiento, cuantificando su magnitud y proponiendo las medidas adecuadas para hacerse cargo de los mismos. Esto, se materializará en una opinión técnica en base a la información (i) disponible, tanto teórico - académica atinente al caso; (ii) histórica proporcionada por el titular, y (iii) de monitoreo, que permitan establecer con certeza el estado ambiental del eventual incumplimiento y la existencia o no, de potenciales efectos ambientales derivados del hecho infraccional.

3. OBJETO DE PROTECCIÓN DE LA EXIGENCIA INFRINGIDA

En la presente minuta se analizan los posibles efectos ambientales originados producto de la infracción asociada a los hechos que se estiman constitutivos de esta e individualizados la Res. Ex. N°1/ ROL F-074-2021, cuyo cargo fue calificado como grave y está expresado de la siguiente manera:

*"No haber efectuado el replante de los ejemplares muertos de las especies **Eriogyne aurata**, **Eriogyne curvispina** y **Trichocereus coquimbano** en circunstancias que los informes de monitoreo dieron cuenta, sostenidamente, que los porcentajes de éxito comprometidos en el Plan de Manejo Biológico no fueron alcanzados"*

Del análisis del cargo y del hecho constitutivo de infracción según alcance y descripción contenida en la Resolución de la SMA, sumado a los antecedentes de la evaluación ambiental del Proyecto, queda de manifiesto que el objeto de protección de la medida supuestamente infringida se asocia al **"número de individuos de cactáceas en categoría de conservación, cuyo porcentaje de éxito de sobrevivencia no han sido alcanzado y no haber efectuado el replante de los ejemplares muertos de las especies *Eriogyne aurata*, *Eriogyne curvispina* y *Trichocereus coquimbano*."**

Dicho lo anterior, se identifica como efecto potencial del retraso de la reposición exigida en la RCA N°1001/2014, asociado al objeto de protección de la exigencia la eventual pérdida de diversidad genética de las especies comprometidas, efectos que se explicarán en detalle en el siguiente acápite.

4. POTENCIALES EFECTOS AMBIENTALES

Según los antecedentes presentados anteriormente, es posible concluir que los replantes exigidos tienen por objeto reponer el número de individuos muertos. Asimismo, de los hechos constatados por la autoridad y el estado de acciones ejecutadas por el titular en términos de la infracción y cargo imputado, es posible distinguir dos potenciales efectos producto de la ejecución parcial de la relocalización de especies comprometidas:

- a. **Efecto ambiental directo producto de no reponer los individuos de cactáceas muertas en los sitios de relocalización.** Se puede asumir que los efectos ambientales directos corresponden a la disminución numérica en la población de especies en categoría de conservación, lo que conlleva a la pérdida de la diversidad genética de las especies correspondientes a *Eriosyce curvispina*, *Eriosyce aurata* y *Trichocereus coquimbanus*. Sin embargo, la reposición parcial quedaría subsanada mediante el replante de los individuos comprometidos, lo cual forma parte de las acciones que se incluirán por el titular en el Programa de Cumplimiento que será presentado a la autoridad.

De esta forma, el único efecto negativo que potencialmente habría sido ocasionado por el retraso en el replante de las cactáceas muertas corresponde a la pérdida de diversidad genética de los ejemplares que se encontraban por debajo del porcentaje de cumplimiento estipulado en el respectivo PMB Actualizado, efecto negativo que será subsanado en el Programa de Cumplimiento según se indica más adelante.

5. MARCO TEÓRICO

El marco conceptual utilizado para evaluar el potencial efecto producto del no replante de los individuos de cactáceas muertos en los sitios de relocalización comprometida en las obligaciones ambientales infringidas, corresponde a la “pérdida de diversidad genética de las especies”.

La diversidad genética de los individuos resulta fundamental para la supervivencia de la especie a largo plazo. Si ella se reduce en una población, probablemente disminuirá su capacidad de adaptarse ante potenciales cambios ambientales. Una disminución puede deberse a una reducción de la cantidad de individuos o bien a la fragmentación del hábitat. Mantener la variabilidad genética es necesario para responder exitosamente a las presiones ambientales de selección, habilitando a los procesos evolutivos.

En síntesis, la pérdida de la diversidad causada por la manipulación del hombre en los sistemas naturales, como ser la extensión de los monocultivos, la destrucción de los ecosistemas, la contaminación, significan una menor regulación del sistema. Una vez que las condiciones del sitio se vuelven más favorables, debido al mejoramiento del microclima generado por las especies que componen el sistema, se incorporan nuevas especies hasta alcanzar el equilibrio del sistema.

6. METODOLOGÍA

Para identificar los eventuales efectos sobre el objeto de protección, se realizó un análisis de la información disponible en distintas fuentes, con la finalidad de determinar sí, como resultado de las actividades de rescate y relocalización de las especies de cactáceas, presentes en el área del proyecto, se evidenciaba el potencial efecto antes descrito.

6.1 Revisión de antecedentes aportados por el titular

Dentro de los principales antecedentes revisados, se presentan los siguientes:

- a) Plan de Manejo Biológico Actualizado, Línea de alta tensión y subestación Eléctrica San Juan.
- b) Informes de seguimiento ambiental del proyecto asociados al rescate y relocalización de las especies en categoría de conservación (Informes de Monitoreo Ambiental).
- c) Antecedentes de terreno correspondiente al monitoreo correspondiente al año 5 de seguimiento (2021).

6.2 Revisión de antecedentes bibliográficos

Asociados a documentos y estudios que permitan describir los conceptos de la diversidad genética y la diversidad biológica en los ecosistemas, además, de la documentación que permitiera representar el estado actual de las especies afectadas.

7. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos desde las tres fuentes de información utilizadas para el análisis, determinación y cuantificación de los potenciales efectos originados por la infracción asociada a la formulación de cargos realizada por la SMA:

7.1 Resultados de la revisión de antecedentes aportados por el titular

De la revisión de los antecedentes entregados por el titular, es posible concluir que se han realizado una serie de acciones para dar cumplimiento a las obligaciones de la RCA que forman parte del proceso administrativo sancionatorio por parte de la autoridad ambiental, entre las cuales es posible mencionar las siguientes:

7.1.1 Rescate y relocalización de cactáceas en categoría de conservación:

En el Plan de Manejo Actualizado del expediente de evaluación ambiental del EIA “Línea de Alta Tensión y Subestación San Juan”, el titular compromete ejecutar el rescate y relocalización de 1.960 ejemplares de cactáceas correspondientes a las especies *Austrocylindropuntia miquelii* (152 individuos), *Copiapoa coquimbana* (208 individuos), *Eulychnia acida* var. *procumbens* (259 individuos), *Eulychnia acida* var. *elata* (60 individuos), *Trichocereus coquimbano* y *Eriosyce curvispina* (411 ejemplares). Por otra parte, se creó un sitio de relocalización para las labores de compensación de cactáceas, el cual se ubica en los terrenos del Parque Eólico San Juan y presenta una superficie total de 18,2 ha.

Otro de los compromisos adquiridos en el Plan de Manejo Biológico Actualizado de la “Línea de alta tensión y subestación San Juan”, corresponde al rescate de 411 individuos de *Eriosyce curvispina*, especie que se encuentra clasificada en categoría de “Preocupación menor (LC)” según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres. Durante el rastreo de cactáceas para su posterior rescate, solo se encontraron 4 individuos de esta especie en el área de intervención directa de las obras. El menor número de ejemplares de *Eriosyce curvispina* encontrados en terreno, se puede deber probablemente a:

- Sobrestimación del número real de individuos existentes en el área de estudio. Esta sobrestimación, se pudo haber producido al momento de calcular la población de esta especie que sería afectada por las obras. El cálculo del número de ejemplares que debía ser rescatado en el área, consideró los valores de densidad obtenido a partir de los puntos de muestreo y las formaciones vegetales asociadas a estos puntos de muestreo. Lo cual tiene el supuesto de que el área extrapolada es uniforme. Si bien este método se utiliza habitualmente para efectuar los cálculos y llevar a cabo estas medidas de compensación, conlleva un error intrínseco al ser una estimación, considerando además que esta especie en particular, de acuerdo con lo registrado en las campañas de rescate, no se distribuye de

manera uniforme en el área de estudio, como si ocurre con las especies dominante de las formaciones vegetales.

- Otra probable explicación del menor número de ejemplares encontrados en terreno puede deberse a una confusión durante el reconocimiento en terreno de la especie *E. curvispina* y *E. aurata*, ya que durante los estados inmaduros de estas especies (10 a 15 cm de diámetro) presentan algunas características morfológicas semejantes como, por ejemplo, la curvatura de las espinas.
- Durante el rescate efectuado entre agosto de 2015 y febrero de 2016 se pudo registrar la presencia de *Erioseye aurata*, esta especie se encuentra clasificada en categoría de "Vulnerable (VU)", según el Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres en el Decreto Supremo 13/2013 del Ministerio del Medio Ambiente. Debido a su estado de conservación, se realizó el rescate de la totalidad de los individuos registrados en el área de intervención directa del proyecto.

Los criterios antes señalados generaron, en la práctica, (i) Sobrestimación del número real de individuos de *Erioseye curvispina* existentes en el área de estudio; (ii) registro de una nueva especie en categoría de conservación (*Erioseye aurata*) y posterior rescate, generando una disminución en el número de ejemplares a rescatar estipulado originalmente en el PMB Actualizado (Tabla 7-1).

Como resultado del rescate, de un total de 1.960 ejemplares comprometidos en el PMB, se rescataron 1.766 individuos. Las especies rescatadas corresponden a *Austrocylindropuntia miquelii* (152 individuos), *Copiapoa coquimbana* (208 individuos), *Eulychnia acida* var. *procumbens* (259 individuos), *Eulychnia acida* var. *elata* (60 individuos), *Trichocereus coquimbanus* (870 individuos), *Erioseye curvispina* (4 ejemplares) y *Erioseye aurata* (213 ejemplares). Como se menciona anteriormente, no se logró rescatar el número de ejemplares comprometidos de la especie *E. curvispina*, debido a que no se encontraron ejemplares de la especie en el área directa de intervención del proyecto.

Tabla 7-1: Número de individuos rescatados por especie.

Especie	Categoría de Conservación (RCE)	Nº de ejemplares comprometidos	Nº de ejemplares rescatados
<i>Austrocylindropuntia miquelii</i> (Monv.) Backeb.	LC	152	152
<i>Copiapoa coquimbana</i> (Karw.) Britton & Rose	NT	208	208
<i>Erioseye aurata</i> (Pfeiff.) Backeb	VU	0	213
<i>Erioseye curvispina</i> (Bertero ex Colla) Katt.	LC	411	4
<i>Eulychnia acida</i> var. <i>elata</i> F.Ritter	LC	60	60

<i>Eulychnia acida</i> var. <i>procumbens</i> F.Ritter	LC	259	259
<i>Trichocereus coquimbani</i> (Molina) Britton & Rose	NT	870	870
Total		1.960	1.766

Fuente: Plan de Manejo Biológico Actualizado, Línea de Alta Tensión y Subestación San Juan. Junio 2015. Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE). D.S. N° 151/07, D.S. N° 50/08, D.S. N° 51/08, D.S. N° 23/09, del MINSEGPRES y los D.S. N° 33/11, D.S. N° 41/11, D.S. N° 42/11, D.S. N° 19/12, D.S. N° 13/13 y D.S. N° 52/14 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA); Squeo (2008). SU: Suculento, EN = En Peligro, LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, FP = Fuera de peligro, VU = Vulnerable, IC = Insuficientemente conocida, E = Endémica, N = Nativa.

Como se puede observar en los datos presentados, se destaca el rescate de *Eriosyce aurata* (VU), especie no detectada en un comienzo en el área de intervención directa del proyecto, debido a que se encuentra en una muy baja densidad. Durante el rastreo de cactáceas para su posterior rescate fue detectada en algunos sectores correspondientes a los caminos de acceso a las torres, el número total de individuos detectados corresponde a un total de 213 ejemplares.

Según lo anterior, el número de individuos rescatados disminuyó en relación con lo declarado en la evaluación ambiental (Tabla 7-1,). Esta disminución se traduce en un 9,9 % menos de ejemplares totales rescatados, equivalentes a 194 ejemplares menos. El análisis individual por especie permite identificar que *Eriosyce curvispina* disminuyó su número en un 99%.

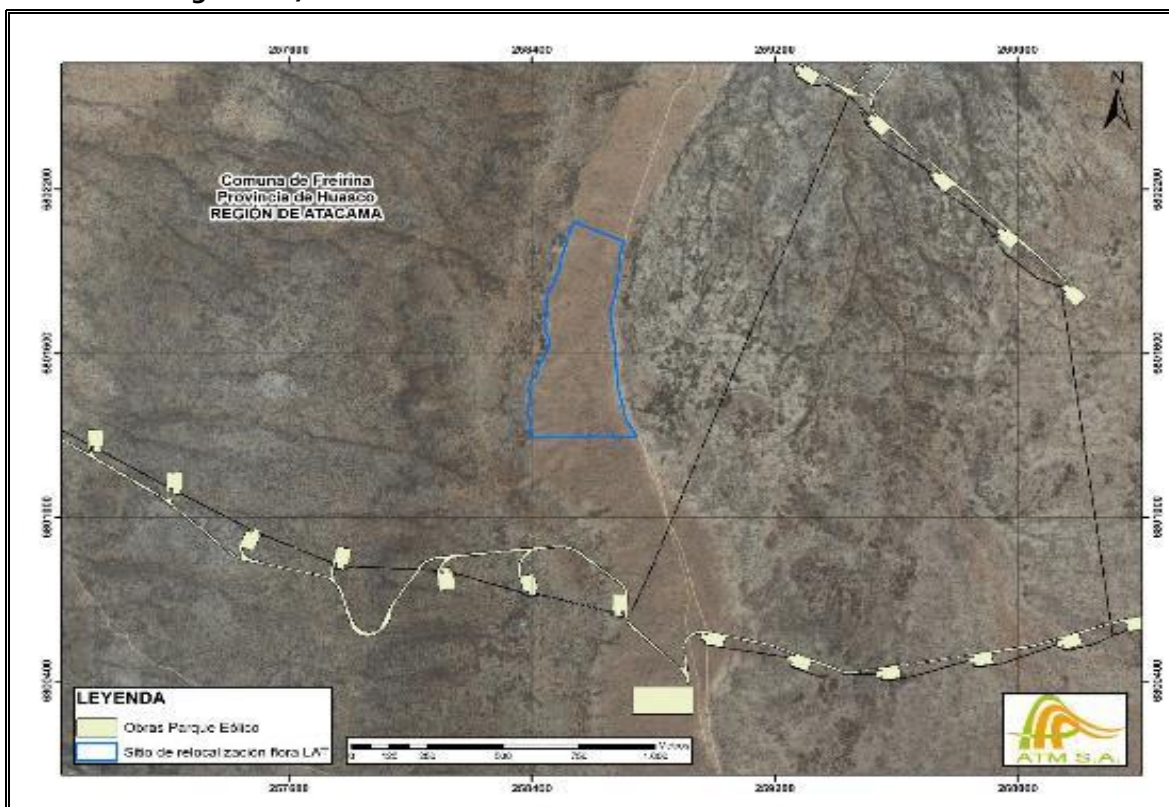
7.1.2 Sitio de relocalización para flora en categoría de conservación

En cuanto al sitio de relocalización, previo al traslado de cactáceas se procedió a realizar la preparación de los sitios de relocalización. Se preparó y acondicionó el sitio, removiendo la vegetación seca para disminuir el riesgo de incendios y además se construyó el cerco que impedirá la circulación de personas, animales y vehículos como se detalla en el Plan de Manejo actualizado, acápite d) Sitio de relocalización y medidas post relocalización.

Debido a la diversidad de especies rescatadas se efectuó la selección de dos sectores de relocalización los cuales se dividen en:

- I. Sitio de relocalización de flora (Figura N° 7-1): Este sitio se encuentra ubicado dentro del área del Parque Eólico San Juan en el cuál se plantaron las especies con distribución costera, debido a que en esta zona se encuentran las condiciones óptimas para su desarrollo. El sitio tiene una superficie total de 18,2 ha, en este sector se realizó la plantación de cactáceas con la excepción de los individuos del género *Eriosyce*. En este sitio las cactáceas compartieron la superficie con las especies de geófitas rescatadas de la LAT.

Figura N° 7-1: Ubicación del sitio de relocación de flora de la LAT

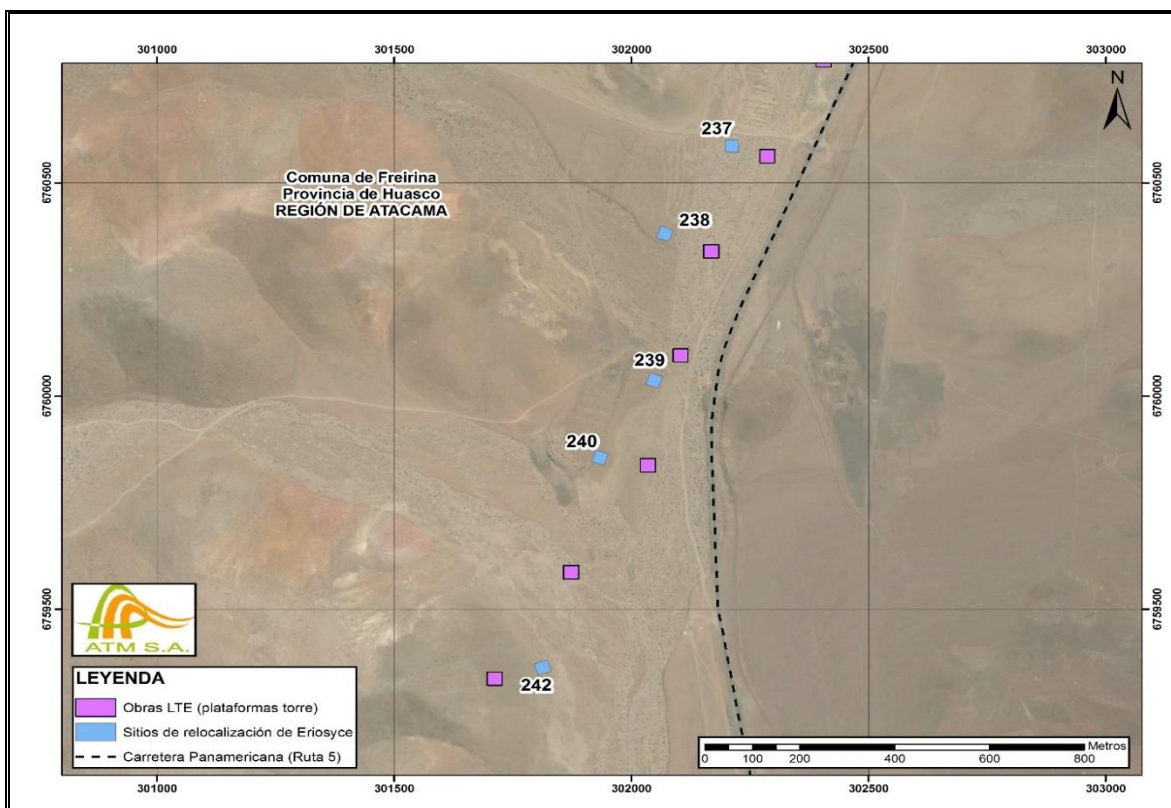


Fuente: Caracterización del sitio de relocación y protocolos de plante. Línea de Transmisión y Subestación Eléctrica San Juan, 2016.

En el sitio de relocación de flora ubicado en ubicado dentro del área del Parque Eólico San Juan, se relocizaron un total de 1.549 ejemplares correspondientes a *Austrocylindropuntia miquelii* (152 individuos), *Copiapoa coquimbana* (208 individuos), *Eulychnia acida* var. *procumbens* (259 individuos), *Eulychnia acida* var. *elata* (60 individuos) y *Trichocereus coquimbanus* (870 individuos).

- II. Sitio de relocación de *Erioseye* (Figura N° 7-2): Este sector se divide en 5 áreas y tiene una superficie total de 0,5 ha, los que se ubican al costado oeste de la Carretera Panamericana (Ruta 5), entre el tramo de torres T237 a T242. La razón para realizar esta separación de sitios se debe a que los individuos del género *Erioseye* no se encuentran ubicados en ecosistemas costeros de manera natural, sector en donde se localiza el sitio de relocación de flora. De esta manera, al construir un sitio especial para plantar a estas cactáceas se aumenta la probabilidad para su sobrevivencia.

Figura N° 7-2: Ubicación del sitio de relocalización de flora de la LAT



Fuente: Caracterización del sitio de relocalización y protocolos de plante. Línea de Transmisión y Subestación Eléctrica San Juan, 2016.

En estos 5 sitios de relocalización ubicados al costado oeste de la Carretera Panamericana (Ruta 5), se relocalizaron un total de 217 ejemplares correspondientes a 4 ejemplares de *Eriosyce curvispina* y 213 individuos de *Eriosyce aurata*. Esta medida fue considerada apropiada ya que se tomó en cuenta que, el género *Eriosyce*, crece preferentemente en las laderas de los cerros de Chile central y se le encuentra por lo general en sectores rocosos desde 10-2.200 msnm, según lo descrito por Luebert & Pliscoff (2006).

7.1.3 Pérdida de Sitio de relocalización para flora en categoría de conservación

Durante la temporada de otoño de 2017, se registró un evento climático entre el 8 y 12 de mayo en la región de Atacama. Debido a aluviones ocurridos en la Ruta 5 Norte, el sitio N° 5 el cual se ubica frente a la torre N° 273 fue destruido por completo, lo que ocasionó la pérdida de 40 ejemplares de *Eriosyce aurata* y la totalidad de los ejemplares de *Eriosyce curvispina* (4 individuos).

Tabla 7-2: Sitio de relocalización N° 5 destruido por aluvión.

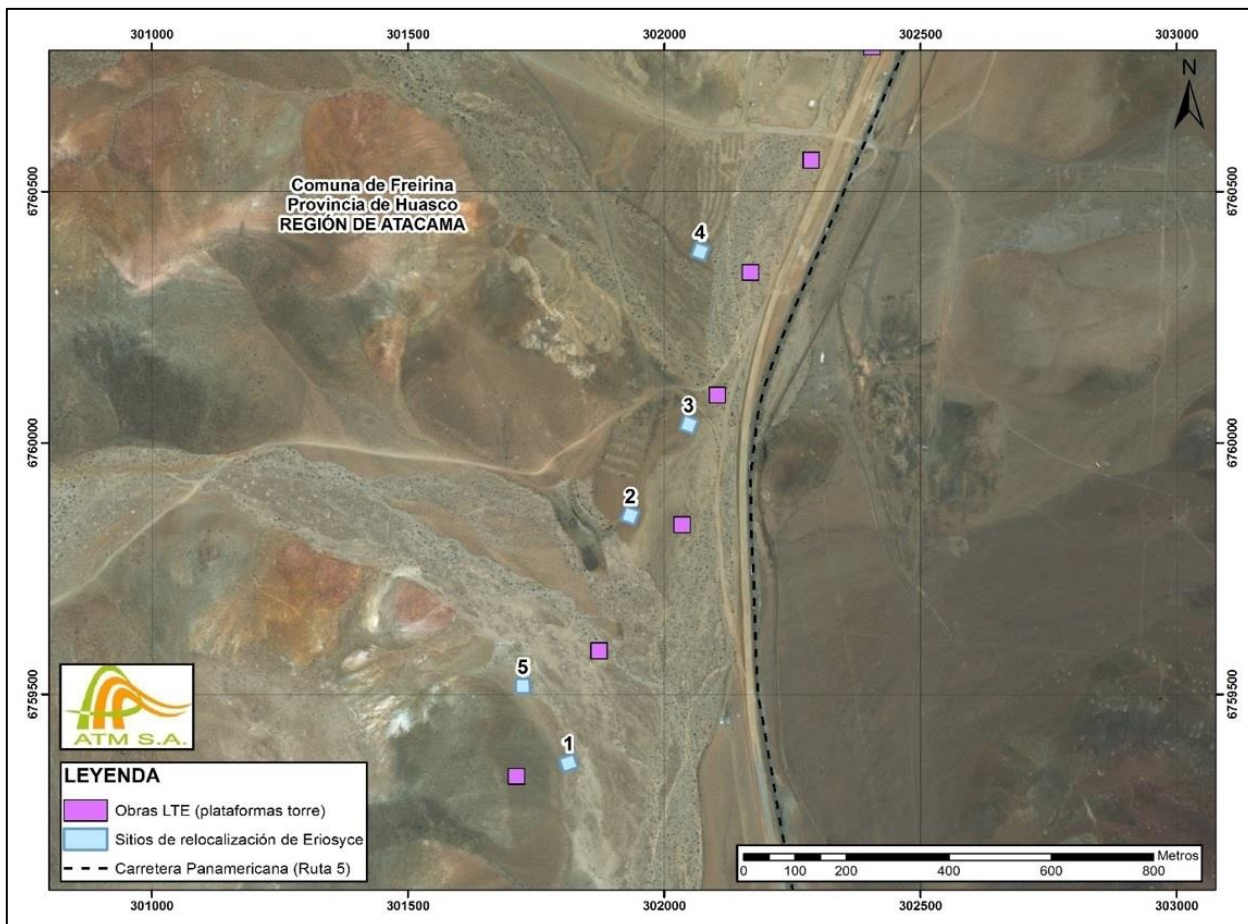
	
Fotografía N° 1: Cerco destruido sitio N° 5 frente a torre 273.	Fotografía N° 2: Poste esquina sitio N° 5 frente a torre 273.
	
Fotografía N° 3: Cerco en el suelo con restos de escombros producto del aluvión.	Fotografía N° 4: Vista general del sitio N° 5 sin rastros de <i>Eriosyce</i> relocados

Fuente: AT-EME S.A. 2017. Reporte de Sitio de relocalización Línea de Transmisión y Subestación Eléctrica San Juan

Los trabajos de reposición del sitio de relocalización N° 5, se efectuaron entre los días 23 y 25 de junio de 2018 mediante una cuadrilla de terreno. Con el objetivo de que el nuevo sitio fuera seguro para albergar a los individuos de *Eriosyce*, se procedió a escoger un sector con pendiente suave a moderada, con vegetación escasa y que se encontraba lejos de quebradas o de causes de agua para así evitar otra posible destrucción por un aluvión. La construcción del nuevo sitio de relocalización consistió en el levantamiento de un cerco perimetral el cual comprende una superficie total de 0,1.

A continuación, en la Figura N° 7-3 se presenta el sector donde fue construido el nuevo sitio N° 5 cuyas coordenadas del centro del polígono corresponden a 301.729 E y 6.759.494 N.

Figura N° 7-3: Ubicación de nuevo sitio de relocalización de *Eriosyce* de la LAT



Fuente: AT-EME SpA. 2018.

7.1.4 Reposición de individuos de *Eriosyce aurata*

Con el objetivo de reponer los 40 ejemplares de *Eriosyce aurata* muertos, producto de un aluvión ocurridos entre el 8 y el 12 de mayo de 2017, en el sitio 5 de relocalización de *Eriosyce*, sector ubicado a orillas de la Ruta 5 Norte, aproximadamente a 5,5 km al sur de la localidad de Incahuasi. Se procedió a efectuar la compra de 60 ejemplares de esta especie en el Vivero de cactus San Pedro, ubicado en la Ruta 60 camino a Quillota, frente a peaje de salida San Pedro. Los ejemplares comprados correspondieron a individuos juveniles pequeños, en general los individuos poseen un diámetro y altura que varía entre los 2 y 3 cm.

Los 60 ejemplares fueron colocados de manera temporal en 2 puntos del sitio de relocalización de flora, el cual se ubica en los terrenos del Parque Eólico San Juan. Esta decisión se

fundamentó principalmente en que el sector de relocalización de *Eriogyce*, ubicado a orillas de la Ruta 5 Norte, es un área que presenta un clima seco y desfavorable para individuos muy pequeños de esta especie, por lo que estas características climáticas podrían haber ocasionado la muerte de los ejemplares.

Tabla 7-3: Sitio de relocalización N° 5 destruido por aluvión.

	
<p>Fotografía N° 5: Individuos juveniles de <i>Eriogyce aurata</i>.</p>	<p>Fotografía N° 6: Individuos de <i>Eriogyce aurata</i> en puntos de relocalización temporal</p>
	
<p>Fotografía N° 7: Detalle de plantación de individuo juvenil de <i>Eriogyce aurata</i></p>	<p>Fotografía N° 8: Detalle de individuo juvenil de <i>Eriogyce aurata</i>.</p>

Fuente: AT-EME S.A. 2018. Tercer Informe de Monitoreo Semestral de Cactáceas, Línea de Trasmisión Eléctrica y Subestación Eléctrica San Juan.

Por otra parte, el sitio de relocalización de flora ubica en los terrenos del Parque Eólico San Juan, al ser un sector costero presenta un clima más favorable y con mayor humedad que permitiría la sobrevivencia de los ejemplares, de esta manera, se asume que la humedad condensada en la mañana favorecería el crecimiento de los individuos de *Eriogyce aurata*. Los ejemplares fueron

mantenidos en este sector como mínimo 1 año, para luego ser trasladados y relocalizados en su lugar definitivo. A continuación, en la Tabla 7-4: se presentan las coordenadas de los 2 puntos donde fueron colocados los ejemplares juveniles de *Eriosyce aurata*

Tabla 7-4:: Coordenadas de puntos de relocalización

Punto	Número de ejemplares	Coordenadas (WGS84, Huso 19)	
		Este	Norte
1	30	258.476	6.801.897
		258.476	6.801.894
		258.474	6.801.894
		258.474	6.801.897
2	30	258.465	6.801.902
		258.463	6.801.902
		258.463	6.801.904
		258.465	6.801.904

Fuente: AT-EME SpA., 2018.

Durante el monitoreo efectuado en 2019, se pudo observar que la totalidad de ejemplares plantados en la temporada 2018 se encuentran muertos. Estos resultados, se pueden atribuir a las condiciones climáticas existentes en el sector, ya que, si bien corresponde a un sector costero, las temperaturas estivales elevadas, en conjunto con la nula precipitación durante el verano, contribuyeron con la muerte de los individuos juveniles de *Eriosyce aurata*.

7.1.5 Antecedentes de duodécimo monitoreo (junio 2021).

En el mes de junio del presente año, se efectuó la duodécima campaña de monitoreo, al igual que la campaña de junio 2020, en esta campaña se efectuó la revisión del 100% de los ejemplares relocalizados, este cambio en la metodología obedece a la necesidad de saber de manera precisa la cantidad de ejemplares muertos por especie.

Tabla 7-5: Número de individuos muertos por especie monitoreo Junio 2021. LTE San Juan.

Especie	N° de ejemplares monitoreados	Número de individuos muertos en M12	
		N°	%
<i>A. miquelii</i>	152	28	18,4
<i>C. coquimbana</i>	208	20	9,6
<i>E. aurata</i>	213	140	65,7
<i>E. curvispina</i>	4	4	100,0
<i>E. acida var. elata</i>	60	4	6,7
<i>E. acida var. procumbens</i>	259	46	17,8
<i>T. coquimbanus</i>	870	454	52,2

Especie	N° de ejemplares monitoreados	Número de individuos muertos en M12	
		N°	%
TOTAL	1.766	696	39,4

Fuente: Duodécimo monitoreo: SyMA, 2021.

Como se observa en los datos antes indicados, de un total de 1.766 ejemplares relocizados, se registró una mortalidad de 39,4%, equivalente a 696 individuos muertos relocizados. La especie con mayor cantidad de ejemplares muertos corresponde a *Trichocereus coquimbano* con un total de 454 individuos, correspondientes al 52,2% del total relocizado para esta especie, a esta le sigue *Eriosyce aurata* y *Eulychnia acida* var. *procumbens* con un total de 140 y 46 ejemplares respectivamente. Por otra parte, la especie que presenta el mayor porcentaje de mortalidad es *Eriosyce curvispina* con el 100%, correspondiente a 4 individuos muertos, a la cual le sigue la especie *Eriosyce aurata* con 65,7% de mortalidad, equivalente a 140 ejemplares.

Según los datos obtenidos en terreno (Tabla 7-6), cuatro especies cumplen con los porcentajes de sobrevivencia establecidos en el PMB, estas corresponden a *Austrocylindropuntia miquelii*, *Copiapoa coquimbana*, *Eulychnia acida* var. *elata* y *Eulychnia acida* var. *procumbens*.

Tabla 7-6. Resumen de cumplimiento de éxito de sobrevivencia al décimo monitoreo. LTE San Juan.

Especie	ECC (RCE)	Mortalidad calculada (%)	Sobrevivencia actual (%)	Definición en PMB como Éxito de sobrevivencia (%)	Estado de cumplimiento
<i>A. miquelii</i>	LC	18,4	81,6	80	Cumple
<i>C. coquimbana</i>	NT	9,6	90,4	90	Cumple
<i>E. aurata</i>	VU	65,7	34,3	100	No cumple
<i>E. curvispina</i>	LC	100,0	0,0	80	No cumple
<i>E. acida</i> var. <i>elata</i>	LC	6,7	93,3	80	Cumple
<i>E. acida</i> var. <i>procumbens</i>	LC	17,8	82,2	80	Cumple
<i>T. coquimbano</i>	NT	52,2	47,8	90	No cumple

Fuente: Duodécimo monitoreo: SyMA, 2021. Reglamento de Clasificación de Especies Silvestres (RCE). D.S. N° 151/07, D.S. N° 50/08, D.S. N° 51/08, D.S. N° 23/09, del MINSEGPRES y los D.S. N° 33/11, D.S. N° 41/11, D.S. N° 42/11, D.S. N° 19/12, D.S. N° 13/13 y D.S. N° 52/14 del Ministerio del Medio Ambiente (MMA); Squeo (2008). SU: Suculento, EN = En Peligro, LC = Preocupación menor, NT = Casi amenazada, FP = Fuera de peligro, VU = Vulnerable, IC = Insuficientemente conocida, E = Endémica, N = Nativa

Para el caso del proyecto, los porcentajes de éxito de sobrevivencia para las especies *Eriosyce aurata*, *Eriosyce curvispina* y *Trichocereus coquimbanus*, se encuentran por debajo de lo comprometido en el PMB Actualizado. El bajo prendimiento de los ejemplares en categoría de conservación y no haber efectuado el replante de los ejemplares muertos en forma oportuna, afectó de manera negativa en la diversidad genética de las especies.

7.2 Resultados de la revisión bibliográfica

7.2.1 Cactáceas en Chile

La familia Cactaceae corresponde a un variado e interesante grupo de especies vegetales superiores. Presentan una marcada especialización morfológica y fisiológica, principalmente respecto al balance hídrico y al metabolismo del carbono. Así, gracias a éstas y otras características han llegado a ser típicas y representativas de variados ambientes ecológicos en el continente americano, de donde son endémicas, desarrollándose principalmente en zonas áridas y semiáridas (Saldivia y Faúndez, 2007).

En Chile, representan uno de los grupos característicos de las formaciones vegetales de la zona norte del país, entre los 18 y 33° L.S., constituyéndose en las dominantes fisionómicas en variados ambientes. Su distribución abarca desde el límite norte del país, tanto en el sector costero como en la precordillera andina y mesetas altiplánicas, hasta los 36° L.S., abarcando en su dispersión la Cordillera de la Costa, la Depresión Intermedia y la Cordillera de los Andes, de manera continua desde la región de Arica y Parinacota hasta la región del Bío-Bío, apareciendo más al sur únicamente en la región de Aisén en las cercanías de la ciudad de Chile Chico (Hoffmann y Walter, 2004), en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes.

Las cactáceas conforman cerca de 1.500 especies, todas ellas nativas del continente americano, cuya distribución abarca desde Canadá hasta la Patagonia, incluyendo las Antillas. Es en México donde se alberga la mayor riqueza con alrededor de 600 especies, lo que corresponde a cerca del 40% de las familias (Reyes, 2009). En Chile, las cactáceas corresponden a una de las familias de plantas superiores más ricas en endemismo: de las cerca de 143 especies, subespecies y variedades descritas y clasificadas hasta ahora, más de 100 se hallan exclusivamente en nuestro país. Es decir, el 84% son endémicas (exclusivas de Chile) y el 14% del total se encuentran también en la flora de otros países limítrofes (Hoffmann & Walter, 2004).

Todo esto remarca la importancia de la familia Cactaceae desde el punto de vista biológico, ecológico y fitogeográfico, en la elaboración de programas de manejo para la conservación de este recurso. El estado de conservación de las cactáceas es crítico debido principalmente a actividades humanas como alteración del hábitat, tráfico internacional y colecta ilegal que amenazan a las poblaciones (Boyle y Anderson 2002). Un gran número de cactáceas están incluidas en listas de

especies amenazadas de varias organizaciones internacionales como la IUCN 2004 (Arias et al. 2005).

7.2.2 Descripción de especies

- ***Trichocereus coquimbanus* (Molina) Britton & Rose**

Cacto columnar de crecimiento arbustivo, de 1-1,5 m de alto y 7-8 cm de diámetro, tallos tendidos y luego erectos, formando grupos densos de varios metros de ancho, 12 o 13 costillas romas, areolas circulares grandes llenas con fieltro anaranjado o café claro (Hoffmann & Walter 2004). Espinas derechas, de color café oscuro cuando nuevas y pronto grises, espinas marginales 8-12, de 1-2 cm de largo, espinas centrales 3-4, más gruesas, llegando una de ellas a medir 5 cm de largo (Hoffmann & Walter 2004). Flores campanuladas, apicales y laterales, abiertas durante el día y la noche, blancas, de unos 12 cm de largo, tubo floral verdoso y recubierto de escamitas y mechones de lana oscuros (Hoffmann & Walter 2004). Fruto redondo, verde rojizo, jugoso y aromático, comestible. Semillas muy variables (Hoffmann & Walter 2004). *E. coquimbana* es endémico de Chile.

Su distribución geográfica abarca desde la provincia del Elqui desde Quebrada de Choros (29°15'S) hasta la provincia del Limarí en la Quebrada El Teniente (30°59'S). Se estima que la extensión de presencia de *E. coquimbana* es de 7.447 km². Calculado en función del polígono mínimo, excluyendo la superficie marina. Las densidades de las poblaciones varían de acuerdo a la altitud, topografía y a la intervención humana. Sectores costeros con baja perturbación (preferentemente pastoreo intensivo) y misma topografía la cobertura específica de *E. coquimbana* alcanza niveles de hasta 75%, mientras que en sectores más perturbados no sobrepasan el 25% (Bustamante 1996).

- ***Eriosyce curvispina* (Bertero ex Colla) Katt.**

Posee crecimiento arbustivo esférico preferentemente de 1-2 tallos de 5-25 cm de diámetro (Kattermann et al. 1994). Posee entre 13-21 costillas 13-21 y entre 15-20 mm de alto. Espinas robustas, de color negro a marrón, las centrales entre 1-4 y 2-4 cm de largo curvadas hacia arriba, las radiales entre 18-12 curvadas hacia los lados hasta 3 cm de largo (Hoffmann & Walter 2004). Flores grandes de 3,0-6,5 cm de largo con forma de embudo de color rojizo a amarillento con una línea del medio roja (Hoffmann & Walter 2004). Los frutos son de color rojo a marrón pequeñas ovaladas. Semillas 1,3x1,2 mm negras (Hunt et al. 2006).

Su distribución es común de Chile central, crece generalmente a baja densidad formando parches de entre 2-15 individuos (Hoffmann & Walter 2004). Aunque en algunos sectores puede encontrarse en laderas de cerros a altas densidades (10.000 individuos/km²) (Guerrero datos no publicados). No existe información sobre la estructura o densidad poblacional a nivel de subespecies.

- ***Eriosyce aurata* (Pfeiff.) Backeb**

Sub-arbusto suculento solitario, esférico, de gran tamaño, hasta 55 cm de diámetro, con el ápice lanoso. Por la coalescencia del fieltro de las areolas, y algo hundido. Areolas grandes y ovaladas, de 14 a 18 x 6 a 8 mm. Costillas aumentando con la edad, alcanzando desde 24 a 40 en individuos adultos. Espinas aciculares, curvadas hacia arriba, generalmente amarillentas, las radiales 12 a 15, de 25 a 40 mm de longitud; las centrales 4 a 6, fuertemente curvadas, de 35 a 45 mm de longitud x 1,5 mm ancho, de base bulbosa. Flores numerosas, hasta 75 por corona, de 3,5 a 5 cm de longitud, amarillo-rojizas, con el tubo floral cubierto de lanosidad densa y cerdas rígidas. Fruto seco, de 4 cm de largo, revestido de lana y con el resto de la flor en el extremo superior, dehiscente por medio de un poro basal. Semillas negras, de 1,9 a 2,9 x 1,3 a 2 mm (Ritter 1980, Hoffmann 1989, Biota 2010)

Habita preferentemente en laderas rocosas en la precordillera andina con una marcada preferencia por exposiciones soleadas, en forma discontinua a través de su distribución. Especie endémica de Chile en la precordillera andina desde el norte de la región de Coquimbo a Valparaíso. Su presencia en la región Metropolitana es dudosa. Presenta una amplia variación de los grupos poblacionales a través de su área de distribución, con grupos de alta densidad en el sector de Río Hurtado (Elqui), cuesta Los Hornos, estero Los Pelambres (Choapa) y Río Blanco-Río Aconcagua (Los Andes).

7.2.3 Diversidad genética

La diversidad genética se refiere a la variación en la composición de los genes que posee una especie (pool), tanto dentro de una población como entre sus poblaciones. Si una de sus poblaciones se llegara a extinguir la especie perdería diversidad genética (composición y estructura), la cual es importante en los procesos evolutivos y de adaptación al medio donde vive (Lazo, I. et al. 2008). La diversidad genética que tienen las especies les permite responder y adaptarse (o no) a las características ó cambios en su entorno. Esto se realiza a nivel cromosómico, donde se realizan poco a poco recombinaciones ó mutaciones que pueden dar mejores (o peores) características adaptativas a las siguientes generaciones (Brack, 2000).

La diversidad genética contribuye a la capacidad de las comunidades ecológicas para resistir o recuperarse de los disturbios o cambios ambientales, incluyendo cambios climáticos relativamente largos. A mayor diversidad genética, las especies tienen mayores probabilidades de sobrevivir a cambios en el ambiente. Las especies con poca diversidad genética tienen mayor riesgo frente a esos cambios. En general, cuando el tamaño de las poblaciones se reduce, aumenta la reproducción entre organismos emparentados (consanguinidad) y hay una reducción de la diversidad genética.

8. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE EFECTOS AMBIENTALES

Tal como se ha señalado, para determinar la existencia o no de posibles efectos ambientales asociados al hecho infraccional, se realizó el análisis de información disponible en distintas fuentes, con la finalidad de determinar si, a través de un análisis comparativo, se produjo una afectación a la componente ambiental flora, como resultado de las actividades de rescate y relocalización de las especies de cactáceas.

En relación a lo anterior, y en base a lo indicado en la Res. Ex. N°1/ ROL F-074-2021, existieron desviaciones en la ejecución de las actividades comprometidas, referidas a no haber ejecutado el replante oportuno de ejemplares de forma de poder cumplir con los porcentajes de sobrevivencia definidos en el respectivo PMB Actualizado para cada una de las especies definidas. En la Tabla 8-1 se presenta un resumen con las especies que no cumplen con el porcentaje de sobrevivencia estipulado en el PMB Actualizado.

Tabla 8-1. Resumen de cumplimiento de sobrevivencia LTE San Juan.

Especie	ECC (RCE)	Definición en PMB como Éxito de sobrevivencia (%)	Número de individuos relocalizados	Número de individuos muertos M12	Sobrevivencia actual (%)	Estado de cumplimiento
<i>E. aurata</i>	VU	100	213	140	34,3	No cumple
<i>E. curvispina</i>	LC	80	4	4	0,0	No cumple
<i>T. coquimbanus</i>	NT	90	870	454	47,8	No cumple
Total	---	---	1.087	598	55,0	---

Fuente: Duodécimo monitoreo: SyMA, 2021.

Considerando que cada especie de cactáceas tiene porcentajes distintos de cumplimientos de sobrevivencia, los resultados muestran que la especie *Eriosyce aurata* mantiene un déficit de 140 individuos para lograr el 100% de cumplimiento. En cuanto a la especie *Eriosyce curvispina* mantiene un déficit de 4 ejemplares para lograr el 80% de éxito de sobrevivencia. Finalmente, la especie *Trichocereus coquimbanus* mantiene un déficit de 329 individuos para lograr el 90% de cumplimiento.

9. CONCLUSIONES

Considerando los resultados obtenidos en la revisión de documentos, el análisis efectuado permite concluir que, se observa la existencia de un efecto negativo ocasionado por el retraso en la actividad de replante de los ejemplares muertos de las especies *Eriosyce aurata*, *Eriosyce curvispina* y *Trichocereus coquimbatus*."

La mortalidad de individuos durante el proceso de acondicionamiento de las especies afectadas en los sitios de relocalización se considera como un efecto ambiental directo ocasionando la disminución numérica en la población de especies en categoría de conservación, lo que conlleva a la pérdida de la diversidad genética.

De esta forma, es posible concluir que los efectos directos ocasionados por el retraso en el replante de los ejemplares para alcanzar los respectivos porcentajes de sobrevivencia requeridos, contribuyen con la pérdida de la diversidad genética de cada uno de estos.

Considerando lo anterior, se propone subsanar el efecto adverso de la diversidad genética mediante la implementación de medidas adicionales a las necesarias para volver al cumplimiento, las cuales tiene por objetivo asegurar la diversidad genética de las especies afectadas, tal como se expone en el siguiente acápite.

10. PROPUESTA DE MEDIDAS A IMPLEMENTAR PARA HACERSE CARGO DEL EFECTO GENERADO POR EL HECHO CONSTITUTIVO DE INFRACCIÓN

Con el objetivo de hacerse cargo del efecto negativo respecto al no cumplimiento de la medida comprometida en el considerando 5 de la RCA N°1.001/2014 y el punto 3.2, considerando 3.2.2, literal j) del ICE, el titular propone efectuar medidas adicionales que lo reviertan

A continuación, se presentan una serie de medidas que tienen por objetivo la propagación y posterior relocalización de las especies que **"No cumplen"** con los porcentajes de éxito establecidos en el PMB Actualizado.

10.1 Obtención de Cactáceas a reponer

En la actualidad se utilizan dos métodos para la propagación de cactáceas, la propagación biotecnológica (a través del cultivo de tejidos) y los de propagación convencional (a través de la propagación por semilla y propagación vegetativa: hijuelos, esquejes o injertos) (Rubluo et al., 1996; Rojas & Vásquez, 2000).

Al respecto del proceso de propagación, es importante indicar que es un proceso difícil de darse en su medio natural, debido a los problemas de germinación que presentan las semillas producto de las condiciones ambientales adversas (poca disponibilidad de agua y altas temperaturas) a las cuales se encuentran sometidas (Maiti et al., 2002). En la mayoría de ellas se necesitan tres factores: agua, temperatura y luz, para lograr que germinen (Vásquez et al., 1995).

10.1.1 Propagación Vegetativa de Cactáceas

La propagación por semillas es la más importante debido a que la mayoría de las cactáceas y suculentas produce gran cantidad de semillas y permite la obtención de miles de plantas con variación genética, factor primordial para un programa de restauración ecológica (Álvarez & Montaña, 1997).

Propagar plantas a través de semillas resulta más lento que hacerlo por reproducción vegetativa, pero es la forma más sencilla y económica de obtener una colección variada. Por otra parte, las semillas ayudan a crear reservas de plantas que se encuentran en peligro de extinción (Toogood, 2002).

Los vástagos o hijuelos son brotes que proliferan en algunas cactáceas globosas. Esta técnica de multiplicación es fácil, ya que se trata de desprender los brotes que emergen alrededor de la planta madre. Una vez separados se dejan cicatrizar entre 10 y 15 días en un sitio seco y ventilado, y posteriormente se plantan. La ventaja de este método es la rápida obtención de plantas adultas y

la desventaja es la carencia de recombinaciones genéticas, importantes en la conservación de especies (López, 2006).

Dividir los cactus y otras plantas suculentas es una tarea relativamente sencilla y supone una manera única de propagación de híbridos, formas selectas y plantas variegadas que no suelen reproducirse fielmente a partir de semillas (Harman & Kesters's, 2002).

Algunos cactus y otras plantas suculentas no florecen bien y no siempre es fácil conseguir semillas, por lo que los esquejes se convierten en la opción más viable para su propagación. Los esquejes de plantas suculentas tienen la ventaja de que, gracias a su tejido carnoso, conservan nutrientes y agua que utilizarán hasta el momento que se establezcan en maceta (Harman & Kester's, 2002).

El método asexual es el más fácil para propagar cactáceas y consiste en fragmentar un tallo en varios trozos, que deben dejarse cicatrizar en un lugar seco y ventilado (López, 2006). El mejor momento del año para tomar los esquejes de la mayoría de los cactus es a finales de la primavera, sobre todo en las zonas de clima frío, ya que se inicia la época de calor, el ambiente está seco y las plantas comienzan su crecimiento más intenso. Otra alternativa es proporcionarles a los esquejes las condiciones adecuadas de temperatura, humedad y luz para su enraizamiento (Toogood, 2002).

La mayor parte de los cactus columnares se pueden propagar mediante esquejes de tallo. Los esquejes deben hacerse de plantas adultas o en etapa de producción, ya desarrolladas, que tengan varios años (Rodríguez, 1997) y las plantas madre deben ser vigorosas, no presentar daños de sol, plagas y/o enfermedades (Livera, 1991).

A continuación, se describen la forma de obtención y/o propagación de cada una de las especies parte de la formulación de cargos N°1, de la Res. Ex. N°1, ROL F-074-2021.

- Reposición de *Trichocereus coquimbanus* (Molina) Britton & Rose

Para la reposición de esta especie, se propone como primera instancia la propagación vegetativa a través de la colecta de esquejes, esta medida se fundamenta en que esta especie es un cacto columnar de crecimiento arbustivo, de 1-1,5 m de alto y 7-8 cm de diámetro, tallos tendidos y luego erectos, formando grupos densos de varios metros de ancho. Con el objetivo de mantener el pool genético de los individuos, los esquejes deben ser extraídos desde el sector donde se encuentra la Línea de Transmisión y Subestación Eléctrica San Juan.

- Reposición de *Erioseyca curvispina* (Bertero ex Colla) Katt y *Erioseyca aurata* (Pfeiff.) Backeb

Para la reposición de estas especies, se propone como primera instancia la colecta y propagación por semillas, esto se debe a que estas especies presentan un crecimiento arbustivo esférico preferentemente de 1-2 tallos de 5-25 cm de diámetro (Kattermann et al. 1994), y que por lo tanto hace imposible la reproducción mediante la extracción de esquejes desde ejemplares vivos. En el caso de que la colecta de semillas no permita disponer del número de ejemplares necesarios para reponer los ejemplares muertos, se propone como segunda medida adquirirlos desde un vivero certificado. Los individuos provenientes desde el vivero deben estar en buenas condiciones y presentar un estado vigoroso para su replante.

- Campañas de terreno

Para la colecta de germoplasma, se efectuarán diversas campañas las cuales serán divididas en dos periodos. En primera instancia, se realizarán campañas de colecta entre los meses de octubre y noviembre de 2021 (primavera), y el segundo periodo de colecta se realizará en verano de 2022, en estas oportunidades se colectarán semillas suficientes para reponer el número de ejemplares comprometido.

- Colecta de germoplasma

Se colectarán todas las semillas maduras viables y sanas, disponibles al momento de las campañas, de acuerdo con los protocolos establecidos por el INIA, de esta manera, se aumenta cualquier efecto en la capacidad de regeneración de la población. Las semillas serán secadas lo antes posible y conservadas secas a baja temperatura, para así evitar reducción en su potencial de longevidad.

- Viverización

La viverización se realizará a través de un vivero establecido en la región, o bien, en el que se de cuenta de la experiencia para la propagación de ejemplares de cactáceas parte de esta formulación de cargos. En el caso de no encontrarse un vivero con las características o con la disponibilidad para la ejecución de esta actividad, se procederá a habilitar uno en los terrenos del Parque Eólico San Juan, el que deberá estar debidamente acreditado para dicha función.

10.2 Medidas a adicionales propuestas

10.2.1 Recuperación de diversidad genética

Como medida adicional a la considerada respecto del cumplimiento del respectivo PMB Actualizado, la cual plantea la reposición de los ejemplares muertos en proporción 2:1, es que se propone como medida adicional, aumentar la proporción de ejemplares muertos a reponer en 3 veces la proporción original, en otras palabras, para la reproducción final de ejemplares estará dada

por una proporción 3:1, de esta manera se pretende aumentar la diversidad genética de cada especie afectada. A continuación, se describen algunas labores para efectuar esta medida.

De esta forma, y con el objetivo de compensar respecto de la pérdida de la diversidad genética revisada en el informe, se indica el número total de ejemplares a reponer para la recuperación de la diversidad genética.

Tabla 10-1: Número total de ejemplares a reponer por especie para mitigación de diversidad genética.

Especie	Número de ejemplares muertos en M12	Número de ejemplares propuestos para recuperación de diversidad genética
<i>E. aurata</i>	140	420
<i>E. curvispina</i>	4	12
<i>T. coquimbanus</i>	454	1.362
TOTAL	598	1.794

Fuente: **M12:** Duodécimo monitoreo, SyMA, 2021

10.3 Número de individuos a reproducir

Considerando los efectos directos ocasionados por el retraso en la implementación del replante de los ejemplares necesarios para el cumplimiento de los porcentajes de sobrevivencia indicados en el PMB Actualizado para las especies en cuestión, se presenta a continuación en la Tabla 10-2, el número total de ejemplares a reproducir y relocalizar en los sitios ya definidos en el PMB. Cabe mencionar que, estos datos se basan en lo relevado en terreno del último monitoreo efectuado en junio de 2021. Los resultados en extenso serán presentados en el informe anual correspondiente a esta temporada.

Tabla 10-2: Número total de ejemplares a reponer por especie.

Especie	Número de ejemplares muertos en M12	Número de ejemplares Para volver al cumplimiento del PMB	Número de ejemplares adicionales propuestos a reponer (mitigación pérdida genética)	Número total de ejemplares a reponer
<i>E. aurata</i>	140	280	140	420
<i>E. curvispina</i>	4	8	4	12

<i>T. coquimbanus</i>	454	908	454	1.362
TOTAL	598	1.196	598	1.794

Fuente: **M12**: Duodécimo monitoreo, SyMA, 2021

Considerando lo anterior, se pretende reproducir un total 2.392 ejemplares correspondiente a 560 individuos de *E. aurata*, 16 ejemplares de *E. curvispina* y 1.816 individuos de *T. coquimbanus*.

11. BIBLIOGRAFÍA

Nuestra Diversidad Biológica. En: Biodiversidad de Chile. Patrimonio y Desafíos, p.49. CONAMA)

Califica Ambientalmente el proyecto "Línea de Transmisión y Subestación Eléctrica San Juan" Resolución Exenta N° 1001/2014 Santiago, 28 de octubre de 2014.

Plan de Manejo Biológico Actualizado, Línea de Alta Tensión y Subestación San Juan, AT-EME SPA. Junio 2015.

AT-EME S.A. 2018. Tercer Informe de Monitoreo Semestral de Cactáceas, Línea de Trasmisión Eléctrica y Subestación Eléctrica San Juan.

Prospección ecológica para el estudio de las cactáceas en el Sitio Priorizado Estepa Jeinimeni-Lagunas Bahía Jara, Como un primer paso para la gestión de su Conservación. CONAMA, Región de Aisén. Saldivia, P & Faúndez, L. Santiago Chile, Junio 2007.

Hoffmann, A. & H. Walter. 2004. Cactáceas en la flora silvestre de Chile. 2º ed.

Fundación Claudio Gay. 307 pp.

Reyes, J. (2009). Conservación y Restauración de Cactáceas y otras Plantas Suculentas Mexicanas. Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). Jalisco, México. 101 p.

Boyle TH, Anderson E (2002) Biodiversity and Conservation. En: Nobel P.S. Ed. Cacti. Biology and uses. University of California Press, Los Angeles. 125-141.

UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Preparado por la Comisión de Supervivencia de Especies UICN. UICN, Gland, Suiza.

UICN. 2003. Directrices para emplear los criterios de la Lista Roja de la UICN a nivel nacional y regional. Preparado por la Comisión de Supervivencia de Especies UICN.

Arias S, Guzmán U, Mandujano MC, Galván MS, Golubov J (2005) Las especies mexicanas de cactáceas en riesgo de extinción. I. Una comparación entre los listados NOM-059- ECOL-2001 (México), La lista Roja (UICN) y CITES. Cactáceas y Suculentas Mexicanas. 50:100-125.

Bustamante RA (1996) Distribución, estado de conservación y uso de cactáceas columnares en la región de Coquimbo. Memoria de Título, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad de Chile, Santiago.

Kattermann, F, JM Luthy, RS Wallace, D Hunt, N Taylor & D Zappi (1994) *Eriosyce* (Cactaceae): The genus revised and amplified. Hunt D & N Taylor (Eds). *Succulent Plant Research Volume 1*. David Hunt Press. Surrey, England.

Ritter F (1980) *Kakteen in Südamerika Band 3 Chile*. Spangenberg. 857- 1238.

Hoffmann AE & AR Flores (1989) The conservation status of Chilean succulent plants: a preliminary assessment. En: *Red List of Chilean Terrestrial Flora* (Benoit I Ed). Pp 107-121. Corporación Nacional Forestal, Santiago.

Halffter G, Ezcurra E (1992) ¿Qué es la biodiversidad? En Halffter G (Comp.) *La diversidad biológica de Iberoamérica I*. Acta Zoológica Mexicana. Volumen Especial. México. p. 4.

Jeffries M (1997) *Biodiversity and conservation*. Routledge. Londres, Inglaterra. pp. 4-6

Solís V, Madrigal P, Ayales I (1998) *Convenio sobre la diversidad biológica. Un texto para todos*. Convention on Biological Diversity Secretariat. UICN, FES, FAO, FARBEN. San José, Costa Rica. 49 pp

ARORA, R. K.; PARODA R., S.; ENGELS I., M. M. 1991. Plant genetic resources activities: international perspective. pp. 351–378 in *Plant Genetic Resources Conservation and Management: Concepts and Approaches* (R. S. PARODA; R. K. ARORA), eds. IPBGR, New Delhi

Rubluo, A., Reyes, J.; Rodríguez, G, B.; Pimienta, B, E.; Brunner, I. (1996). *Métodos de Propagación Biotecnológicos y Convencionales en Cactáceas para Zonas Áridas*. En: FAO. *Técnicas convencionales y Biotecnológicos para la propagación de plantas de zonas áridas*. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 305 p.

Maiti R. K., H. Perdomo-Velázquez, J. García-Guzman, T. Sylvia-Reyna, and V. P. Singh. (2002). A novel technique for the germination and propagation of four species of *Astrophytum* (Cactaceae). *Crop Research* 24:149–153.

Rojas M., A.; Vásquez Y., C. (2000). Cactus seed germination: a review. *Journal of Arid Environments*, 44: 85-104.

Álvarez A.; Montaña, C. (1997). Germinación y supervivencia de cinco especies de cactáceas del Valle de Tehuacán: implicaciones para su conservación. *Acta de Botánica Mexicana*, 40: 35-58.

Toogood, A. (2002). *Propagating Plant a Darling* Kinderley Book. Royal Horticulture Society. Barcelona, España. 192 p.

Rodríguez, C. A. (1997). Guía Técnica para la Producción de Plantas de Pitaya en Vivero. Secretaría de Desarrollo Social- Universidad Autónoma de Chapingo. México. 53 p

DECRETO SUPREMO Nº 151/2007. Chile. Oficializa primera clasificación de especies silvestres según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario Oficial, 24 de marzo de 2007.

DECRETO SUPREMO Nº 50/2008. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el segundo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de junio de 2008.

DECRETO SUPREMO Nº 51/2008. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el tercer proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia. Santiago, Chile. Diario oficial, 30 de junio de 2008.

DECRETO SUPREMO Nº 23/2009. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el cuarto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio Secretaría General de la Presidencia (MINSEGPRES). Santiago, Chile. Diario oficial, 07 de mayo de 2009.

DECRETO SUPREMO Nº 33/2011. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el quinto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. Diario oficial, 27 de febrero de 2012.

DECRETO SUPREMO Nº 41/2011. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el sexto proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de abril de 2012.

DECRETO SUPREMO Nº 42/2011. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el séptimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de abril de 2012.

DECRETO SUPREMO Nº 19/2012. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el octavo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. Diario oficial, 11 de febrero de 2013.

DECRETO SUPREMO Nº 13/2013. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el noveno proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. Diario oficial, 25 de Julio de 2013.

DECRETO SUPREMO Nº 52/2014. Chile. Aprueba y oficializa nómina para el décimo proceso de clasificación de especies según su estado de conservación. Ministerio del Medio Ambiente (MMA). Santiago, Chile. Diario oficial, 29 de agosto de 2014.

Squeo, 2008. Catálogo de Flora Vascular de la Región de Atacama. Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Atacama. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.